

## Inertial sensor assembly, such as planar array silicon chips

**Numéro du brevet:** FR2733321  
**Date de publication:** 1996-10-25  
**Inventeur:** FITZPATRICK ROGER SEAN  
**Demandeur:** SMITHS INDUSTRIES PLC (GB)  
**Classification:**  
- internationale **G01C19/56; G01C21/16; G01P1/00; G01P1/02; G01P15/08; G01P15/10; G01P15/18; G01C19/56; G01C21/10; G01P1/00; G01P15/08; G01P15/18; (IPC1-7): G01P15/02**  
- européenne **G01C19/56G1; G01C21/16; G01P1/00; G01P1/02B; G01P15/08K; G01P15/10; G01P15/18**  
**Numéro de demande** FR19960004294 19960402  
**Numéro(s) de priorité:** GB19950007930 19950419

Également publié en tant que:

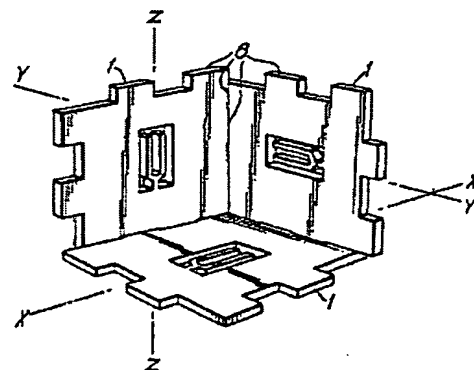
JP8304081 (A)  
DE19610554 (A1)

Signaler une erreur concernant les données

Abrégé non disponible pour FR2733321

Abrégé du document correspondant **DE19610554**

The sensor assembly includes a number of planar members supporting respective inertial sensors, and formed with surface formations arranged to engage one another to retain the planar members in an angular relationship with one another. The surface formations are provided by alternate projections and recesses along the edge of the planar members. The rigidity and structural integrity of the assemblies depends on the geometry of the joining forms and the nature of electrical connections provided by the pads between the chips. The pads on the chips could be connected by solder plugs or wire bonding or using electrically conductive tangs, interlocking edge-lap joining forms or residual interference fit stress pressure.



---

Les données sont fournies par la banque de données **esp@cenet** - Worldwide

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 733 321**

②1 N° d'enregistrement national :

**96 04294**

⑤1 Int Cl<sup>6</sup> : G 01 P 15/02

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

**A1**

②2 Date de dépôt : 02.04.96.

③0 Priorité : 19.04.95 GB 9507930.

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 25.10.96 Bulletin 96/43.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SMITHS INDUSTRIES PUBLIC  
LIMITED COMPANY — GB.

⑦2 Inventeur(s) : FITZPATRICK ROGER SEAN.

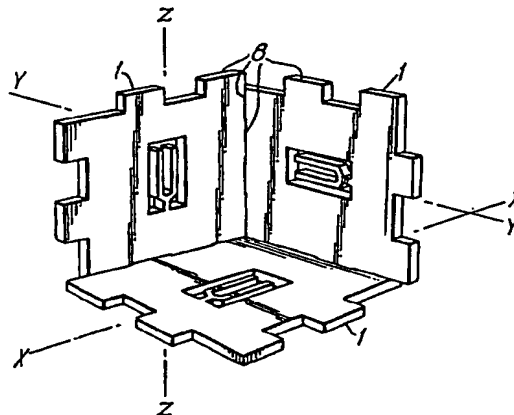
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : NUSS.

⑤4 UNITE DE DETECTEUR D'INERTIE.

⑤7 La présente invention présente une unité de détecteur  
d'inertie comprenant des premier et second éléments plans  
supportant des détecteurs d'inertie respectifs.

Ladite unité de détecteur d'inertie est caractérisée en ce  
que les éléments plans (1, 1') sont fourrés avec des forma-  
tions de surface (8, 10, 11) destinées à s'engager les unes  
avec les autres et à maintenir les éléments plans dans une  
position angulaire les uns par rapport aux autres.



FR 2 733 321 - A1



## DESCRIPTION

La présente invention concerne des unités de détecteurs d'inertie du type  
5 comprenant des premier et second éléments plans supportant des détecteurs inertiels respectifs.

On sait micro-usiner des dispositifs de détection d'inertie semi-conducteurs à partir de pièces monolithes fabriquées dans une matière telle que du silicium. Ces dispositifs de détection peuvent avoir la forme de "diapasons" oscillants  
10 présentant une résonnance décelable lorsqu'ils sont soumis à des accélérations de rotation (une forme de gyroscope semi-conducteur) ou de masses en porte-à-faux en "spatule" présentant des déplacements décelables lorsqu'ils sont soumis à des accélérations de translation (une forme d'accéléromètre semi-conducteur). Les pièces de matière dans lesquelles ces dispositifs sont micro-usinés sont également connues  
15 pour être traitées de manière à incorporer les dispositifs d'entraînement, de détection, de traitement et de signalisation électriques numériques et / ou analogiques intégrés nécessaires pour faire de ces pièces, en phase finale, des dispositifs de détection d'inertie semi-conducteurs actifs ou "puces".

Les dispositifs précédemment décrits sont micro-usinés à partir de pièces  
20 de matière planes essentiellement bidimensionnelles, de sorte que leur diapasons et spatules résultants se trouvent dans le plan de la matière. Puisque le gyroscope en diapason résultant détecte la rotation autour de son axe de symétrie et puisque l'accéléromètre en spatule résultant détecte l'accélération normale par rapport à son plan de symétrie, un arrangement de ces dispositifs micro-usinés à partir d'une pièce plane  
25 de matière est typiquement incapable de détecter des rotations autour de plus de deux axes ou des accélérations dans plus d'un.

Afin de détecter des rotations autour de trois axes orthogonaux, deux dispositifs plans de ce type sont assemblés dans une forme tridimensionnelle. Afin de détecter les accélérations dans trois axes orthogonaux, trois dispositifs sont assemblés  
30 de manière similaire. Si des effets d'inertie doivent être mesurés avec précision, les unités doivent être précisément alignées de manière orthogonale. Puisque les dispositifs plans sont petits, il est difficile et coûteux de fabriquer et de maintenir un alignement orthogonal précis durant l'assemblage.

Un objet de la présente invention est de fournir une unité de détecteur  
35 d'inertie améliorée et une méthode de fabrication.

Un aspect de la présente invention fournit une unité de détecteur d'inertie du type précédemment décrit, caractérisée en ce que les éléments plans sont formés avec des formations de surface destinées à s'engager les unes avec les autres et à

maintenir les éléments plans dans une position ou une relation angulaire donnée ou déterminée l'un par rapport à l'autre ou les uns par rapport aux autres.

Les éléments plans sont de préférence assemblés selon un arrangement orthogonal. Les formations de surface peuvent être situées vers un bord ou une arête des  
5 éléments plans et peuvent être fournies par des projections et des évidements alternés le long d'une arête ou d'un bord de chaque élément plan. Les formations de surface dans au moins l'un des éléments plans peuvent être fournies par au moins une ouverture dans l'élément plan.

L'unité comprend de préférence trois éléments plans assemblés de  
10 manière orthogonale les uns avec les autres par engagement ou venue en prise mutuelle des formations de surface. Les détecteurs sont de préférence des détecteurs d'inertie vibrants semi-conducteurs ou à semi-conduction et chaque élément plan peut inclure deux détecteurs d'inertie disposés à angles droits l'un par rapport à l'autre. Les détecteurs peuvent inclure un détecteur d'accélération. Les détecteurs sont de préférence  
15 fabriqués ou usinés à partir de la matière des éléments plans. Les éléments plans peuvent également supporter des dispositifs électroniques associés pour les détecteurs. Les éléments plans peuvent être interconnectés de manière électrique les uns avec les autres en des points ou des emplacements adjacents à une ligne d'intersection des éléments plans.

20 Une unité de détecteur d'inertie selon la présente invention va à présent être décrite en détail sous forme d'exemple, en référence aux dessins en annexe dans lesquels :

- la figure 1 est une vue à plat d'une puce de détection avec des formes de jointure à arêtes engagées par chevauchement ;
- 25 la figure 2 est une vue à plat d'une puce présentant plusieurs détecteurs et des formations de jointure à mortaise et tenon ;
- la figure 3 est une vue en perspective d'une unité de trois puces de détection représentées sur la figure 1 ;
- la figure 4 est une vue en perspective éclatée d'une unité de trois puces de détection  
30 représentées sur la figure 2 ;
- la figure 5a est une vue en perspective d'une unité de six puces de détection représentées sur la figure 2 ;
- la figure 5b est une vue en perspective d'une puce de support de plinthe destinée à monter l'unité représentée sur la figure 5a ;
- 35 la figure 5c est une vue en perspective de l'unité représentée sur la figure 5a montée sur la puce de support représentée sur la figure 5b ;
- la figure 6 est une vue en perspective éclatée du joint entre les puces de détection représentées sur la figure 1 ;

- la figure 7 est une vue en coupe d'une connexion électrique entre deux puces de détection ;
- la figure 8 est une vue en perspective d'une connexion électrique alternative entre deux puces de détection ;
- 5 la figure 9a est une vue en perspective éclatée avant montage de la forme de jointure de deux puces de détection représentées sur la figure 2 ;
- la figure 9b est une vue en perspective éclatée du joint complet entre les deux puces de détection représentées sur la figure 9a ;
- la figure 10a est une vue en perspective éclatée d'un arrangement alternatif d'une forme de jointure avec des connecteurs électriques de la puce de détection représentée sur la
- 10 la figure 10b est une vue en perspective éclatée du joint complet entre deux puces de détection représentées sur la figure 10a ;
- la figure 11a est une vue en perspective éclatée de deux puces de détection verrouillées
- 15 du type représenté sur la figure 1 ;
- la figure 11b est une vue en perspective éclatée d'un composant de connexion électrique destiné à joindre les puces de détection verrouillées représentées sur la figure 11a ; et
- la figure 11c est une vue en perspective éclatée du joint complet entre les deux puces de détection verrouillées représentées sur la figure 11a, connectées de manière électrique
- 20 par le composant de connexion représenté sur la figure 11b.

En référence à la figure 1, on voit une puce en silicium plane 1 incorporant en sa zone centrale un détecteur de vitesse de rotation 2 en diapason micro-usiné de manière intégrée. Le détecteur 2 est sensible aux accélérations de rotation

25 autour d'un axe X parallèle aux bras du diapason et se trouvant dans le plan de vibration. Le détecteur 2 est soumis à des entraîneurs d'excitation 3 et des détecteurs de résonnance connectés par des rails électriques 5 à un dispositif de traitement intégré 6, qui à son tour est relié à des tampons de connexion électrique 7 au niveau de l'arête de la puce. L'arête de la puce a été micro-usinée selon la même technique ou procédé

30 employé pour former le diapason 2 pour creuser les formations de jointure à arêtes engagées par chevauchement 8 au cours de la même opération. Les formes 8 sont une série de projections et d'évidements rectangulaires le long des arêtes de la puce 1.

En se référant à présent à la figure 2, on voit une configuration alternative de puce en silicium plane 1' incorporant un arrangement de détecteurs d'inertie comprenant deux détecteurs de rotation 2' en diapason micro-usinés de manière

35 intégrés disposés à angles droits pour détecter les accélérations de rotation autour des axes X et Y respectivement. La puce 1' inclut également un détecteur d'accélération linéaire 9 en spatule micro-usiné de manière intégrée destiné à détecter les accélérations de translation dans la direction d'un axe Z (non représenté) perpendiculaire au plan du

détecteur. À côté de son arête, la puce 1' a été micro-usinée selon le même procédé utilisé pour former les diapasons 2' et la spatule 9 afin de creuser à l'intérieur de son corps des trous en mortaise 10 et sur ses arêtes correspondantes des langues en tenon 11 faisant saillie, chacune avec des tampons de connexion électrique 7 (Cf. figure 7).

5 La figure 3 représente une unité de trois puces en silicium planes 1 identiques représentées sur la figure 1, illustrant le verrouillage des formes de jointure 8 à arête engagée par chevauchement de chaque puce afin de créer un dispositif de détection tridimensionnel pouvant détecter les rotations autour des axes orthogonaux X, Y et Z.

10 Sur la figure 4, on voit une réalisation alternative de l'invention représentant trois puces en silicium planes 1' de la figure 2, avant montage. Après montage, leur formes de jointure en mortaise et tenon 10 et 11 se verrouillent de manière à créer un dispositif de détection tridimensionnel pouvant fournir une double détection d'accélération de rotation dans chacun des trois axes X, Y et Z grâce à des  
15 détecteurs 2' en diapason alignés différemment. L'unité peut également fournir une seule détection d'accélération de translation dans chacun des trois axes identiques X, Y et Z grâce à des détecteurs 9 en spatule. On appréciera que d'autres détecteurs pourraient être intégrés à chaque puce, co-alignés ou différemment orientés, afin d'augmenter encore la multiplicité et / ou la redondance des capacités de détection de  
20 l'unité dans chaque axe.

La figure 5a représente une unité fermée 12 de six puces en silicium 1' représentées sur la figure 2 fournissant une détection de rotation quadruple et une double détection de translation, dans les trois axes. Une puce de support de plinthe 13 destinée à monter l'unité 12 est représentée sur la figure 5b ; celle-ci présente des  
25 évidements 14 destinés à recevoir les langues en tenon 11 de l'unité 12, comme le montre la figure 5c. La puce de support 13 présente des tampons de connexion 15 alignés de manière à accepter des connexions électriques avec l'unité 12 et des rails 16 et tampons terminaux 17 configurés de manière à connecter électriquement l'unité complète à d'autres dispositifs électriques (non représentés).

30 La figure 6 représente les formes de jointure appariées de deux puces en silicium 1 représentées sur la figure 1 illustrant la proximité des tampons de connexion électrique 7 dans les formes de jointure 8 de chaque puce 1. Les tampons 7 sur les deux puces pourraient être connectés de manière électrique par une fiche à braser 18, comme le montre la figure 7, ou par haubannage par câbles, comme le montre la figure 8.

35 La figure 9a représente les formations de surface en mortaise 10 et tenon 11 correspondantes sur deux puces 1' de détecteurs illustrés sur la figure 2. Les tampons de connexion électrique 7 dans les surfaces de jointure en mortaise et tenon sont destinés à entrer en contact l'un avec l'autre lorsque les puces sont appariées. La

géométrie de la mortaise 10 et du tenon 11 a une forme en biseau de sorte que, lorsqu'ils sont assemblés comme le montre la figure 9b, une pression de contrainte à ajustement serré résiduelle maintient le contact entre les tampons de connexion électrique respectifs 7.

5 Sur la figure 10a, on voit une forme de jointure à arête engagée par chevauchement de la puce en silicium 1 représentée sur la figure 1 illustrant des tenons 7' électro-conducteurs exposés de manière sacrificielle par le processus de retrait de matière de photo-corrosion utilisé pour générer des formes de jointure à arête engagée par chevauchement.

10 Lorsque les deux puces 1 sont assemblées l'une avec l'autre, les tenons 7' sur une puce sont tordus et entrent en contact avec les tampons sur la formation de jointure à arête chevauchée de l'autre puce, comme le montre la figure 10b, de sorte que les puces sont interconnectées électriquement.

15 La figure 11a représente les formes de jointure à arête chevauchée 8 verrouillées et assemblées de deux puces en silicium 1 appariées représentées sur la figure 1, illustrant une réalisation alternative des tampons électro-conducteurs 7 disposés de manière externe et des rails 5. Les tampons 7 sont interconnectés par un composant 20 d'unité électrique supplémentaire comprenant une matière de support non conductrice avec des tenons 7" électro-conducteurs connectés de manière sélective par  
20 des rails 5". Les tenons 7" font saillie à angles droits et sont placés de manière à entrer en contact avec les tampons 7 sur les puces 1, comme le montre la figure 11c, de sorte que la connexion électrique est établie entre les circuits sur les deux puces.

D'autres formes de connexion pourraient être utilisées. Il n'est pas nécessaire que les puces planes soient assemblées de manière orthogonale. Si on le  
25 souhaite, elles peuvent être assemblées selon d'autres angles les unes par rapport aux autres. Bien qu'il soit préférable que les détecteurs d'inertie soient formés à partir de la matière des éléments plans eux-mêmes, il serait possible de les former séparément et de les fixer ultérieurement à des panneaux de montage formés avec les formations de surface en engagement.

30 La rigidité et / ou l'intégrité structurelle des unités dépend de la géométrie des formes de jointure et de la nature des connexions électriques. Les techniques traditionnelles de soudage ou d'empotage peuvent être utilisées pour améliorer la rigidité de la structure.

35 Les géométries des détecteurs dans les dispositifs plans peuvent être modifiées durant ou après la formation et avant l'assemblage, de manière à éviter la résonance de vibration ou d'autres effets de couplage transversal indésirables entre les détecteurs.

## REVENDICATIONS

1. Unité de détecteur d'inertie comprenant des premier et second  
5 éléments plans supportant des détecteurs d'inertie respectifs, caractérisée en ce que les éléments plans (1, 1') sont formés avec des formations de surface (8, 10, 11) destinées à s'engager les unes avec les autres et à maintenir les éléments plans dans une disposition angulaire déterminée l'un par rapport à l'autre ou les uns par rapport aux autres.
2. Unité selon la revendication 1, caractérisée en ce que les éléments  
10 plans (1, 1') sont assemblés de manière orthogonale.
3. Unité selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que les formations de surface (8, 10, 11) sont situées vers un bord des éléments plans.
4. Unité selon la revendication 3, caractérisée en ce que les formations de surface sont fournies par des projections et des évidements (8) alternés le long d'un bord  
15 des éléments plans (1).
5. Unité selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'une formation de surface dans au moins un élément plan (1') est fournie par au moins une ouverture (10) dans l'élément plan.
6. Unité selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce  
20 que l'unité inclut trois éléments plans (1, 1') assemblés de manière orthogonale les uns avec les autres par engagement ou venue en prise des formations de surface (8, 10, 11).
7. Unité selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les détecteurs sont des détecteurs d'inertie vibrants à semi-conducteurs (2, 2').
8. Unité selon la revendication 7, caractérisée en ce que chaque élément  
25 plan inclut deux détecteurs d'inertie vibrants (2') disposés à angles droits l'un par rapport à l'autre.
9. Unité selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les détecteurs incluent un détecteur d'accélération (9).
10. Unité selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce  
30 que les détecteurs (2, 2') sont usinés à partir de la matière des éléments plans (1, 1').
11. Unité selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les éléments plans (1, 1') supportent des dispositifs électroniques (3, 4, 5, 6) associés pour les détecteurs (2, 2').
12. Unité selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce  
35 que les éléments plans (1, 1') sont interconnectés de manière électrique les uns avec les autres à des emplacements (7) adjacents à une ligne d'intersection des éléments plans.



Fig.1.

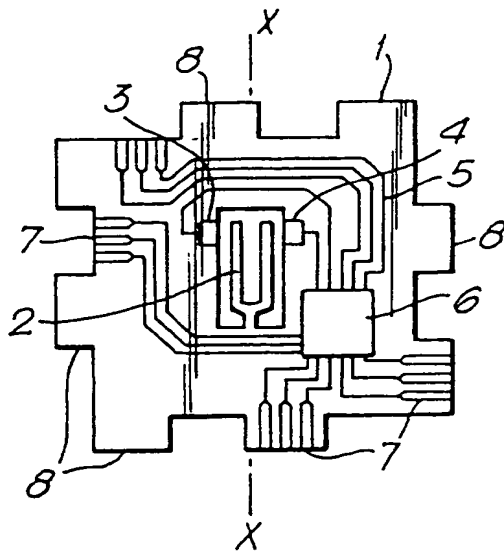


Fig.2.

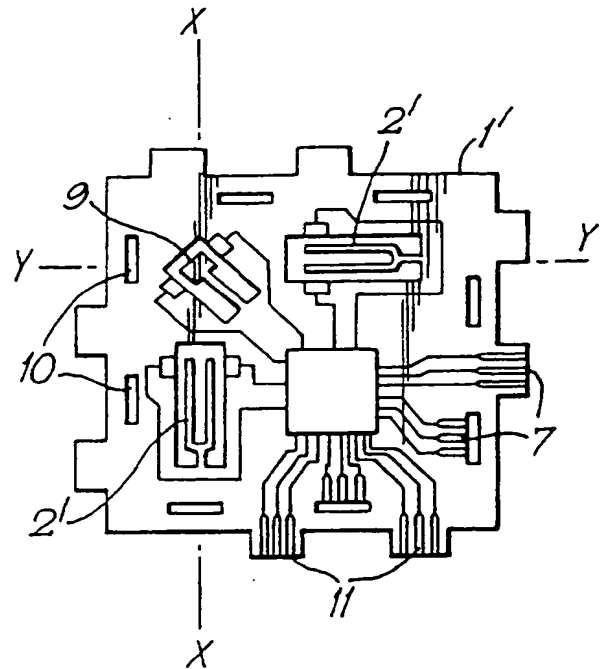


Fig.3.

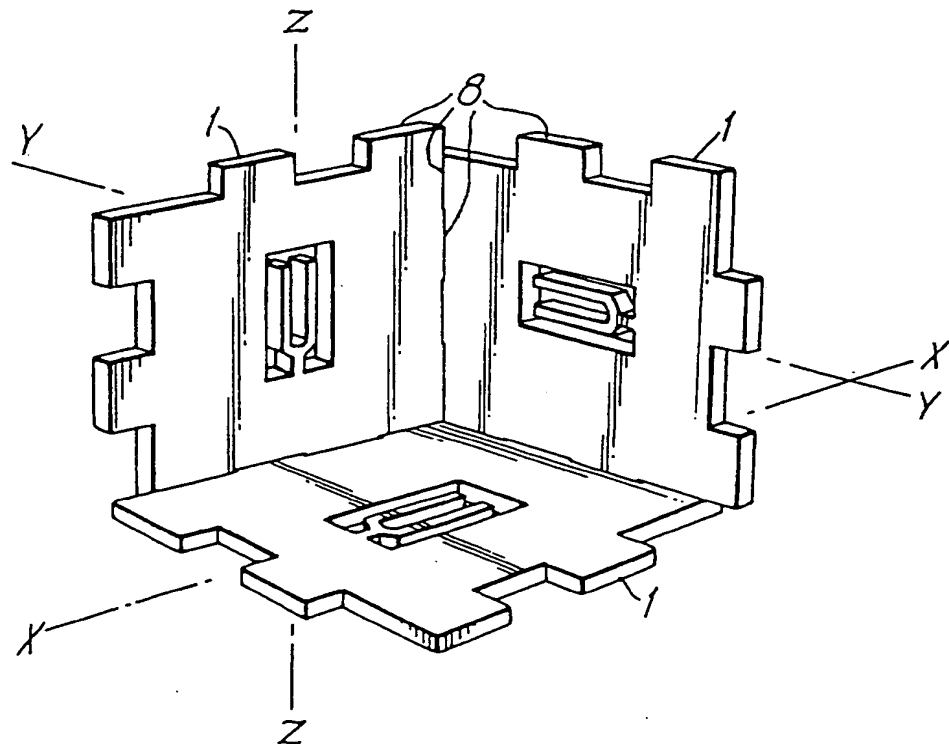


Fig.4.

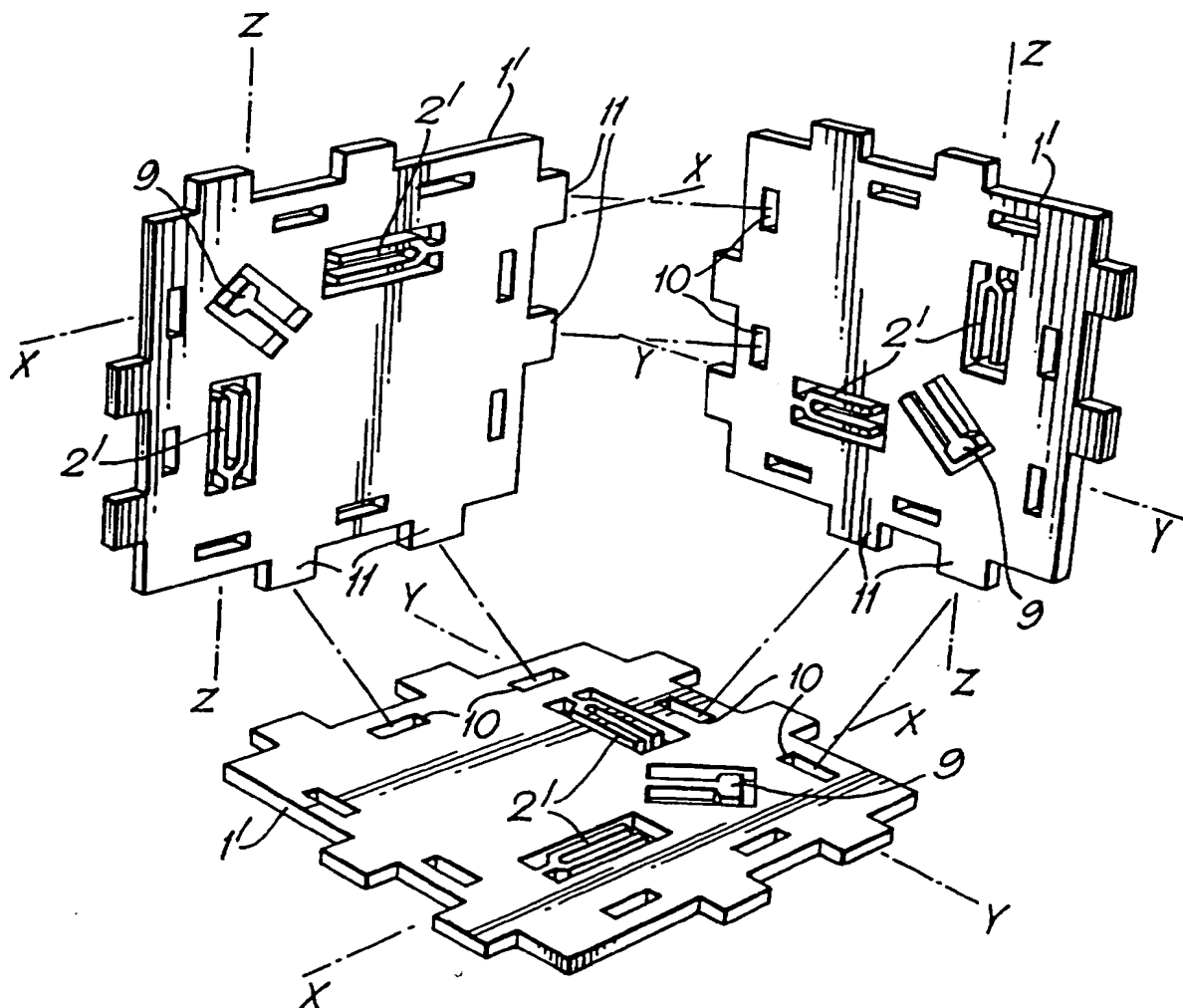


Fig.5a.

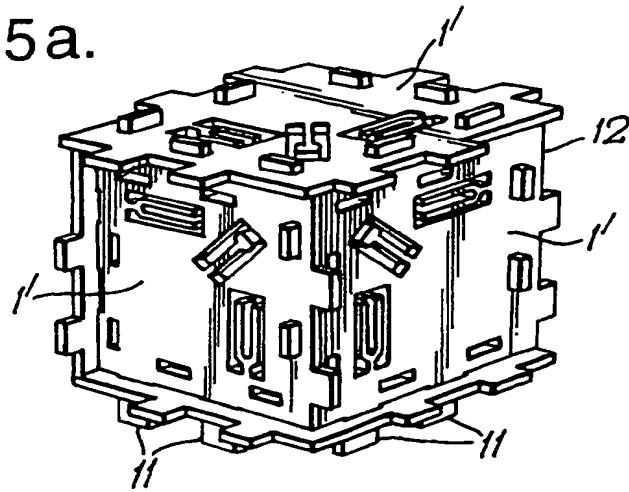


Fig.5b.

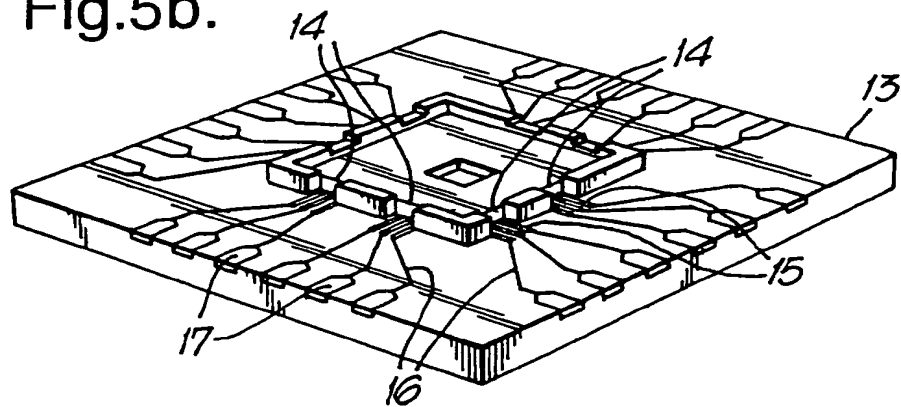


Fig.5c.

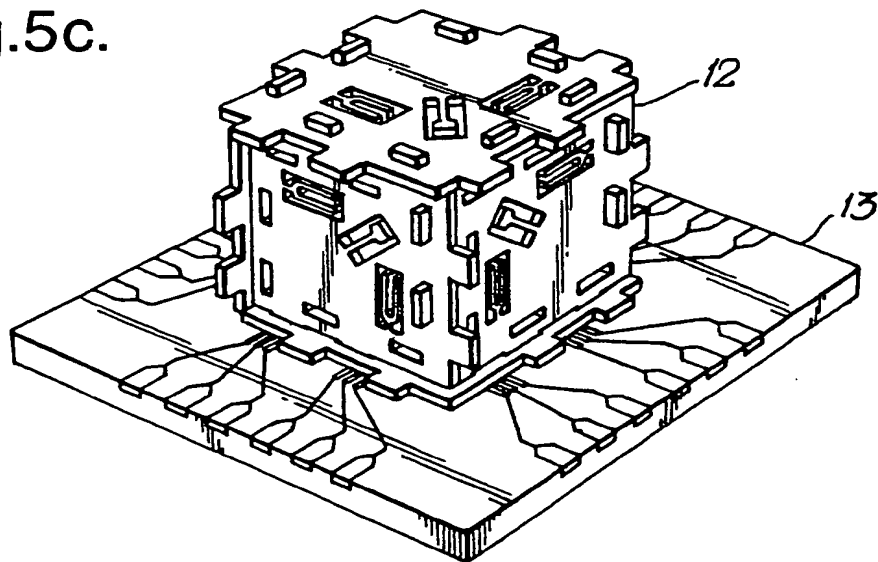


Fig.6.

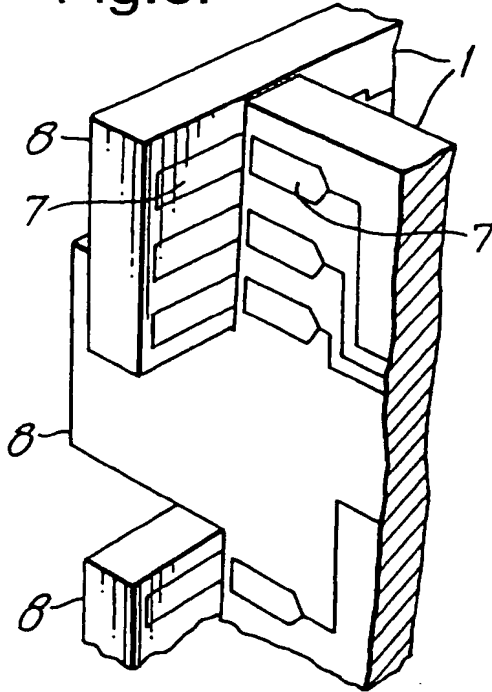


Fig.7.

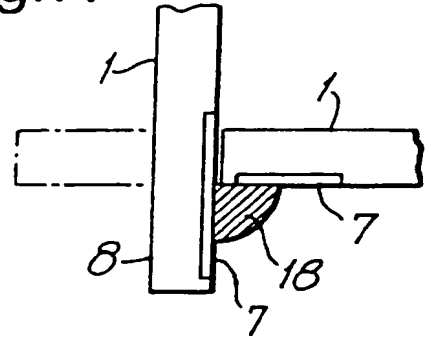


Fig.8.

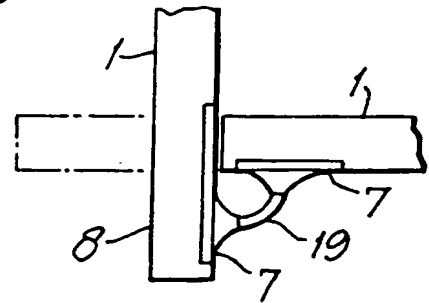


Fig.9a.

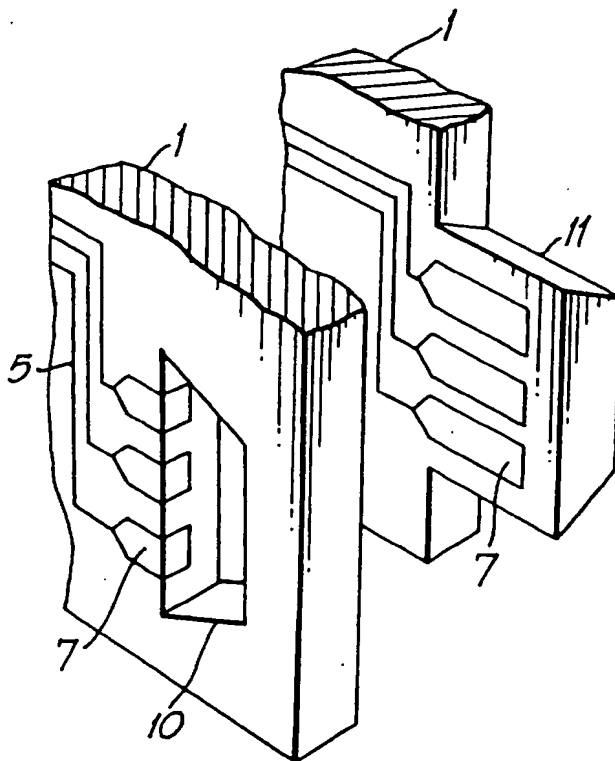


Fig.9b.

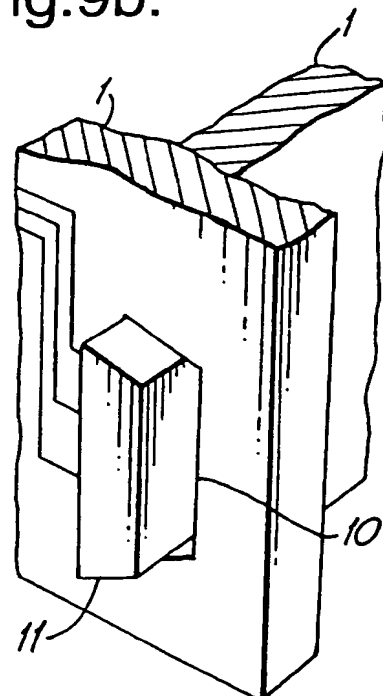


Fig.10a.

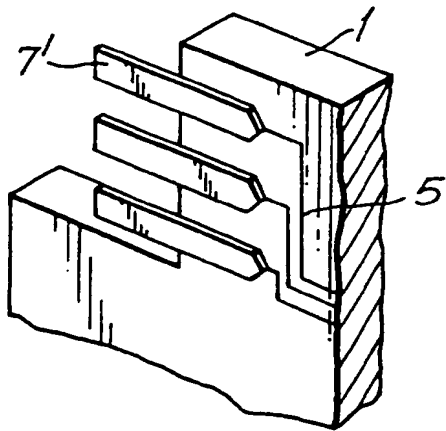


Fig.10b.

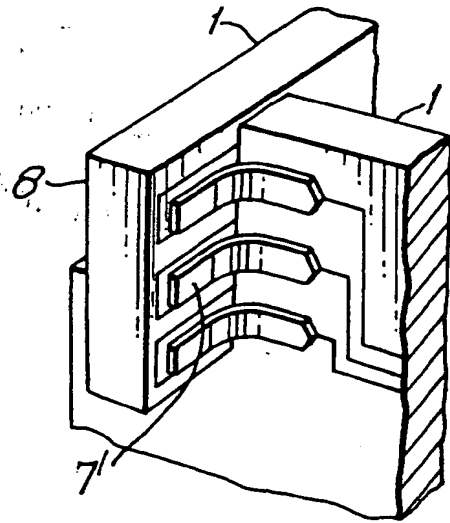


Fig.11a.

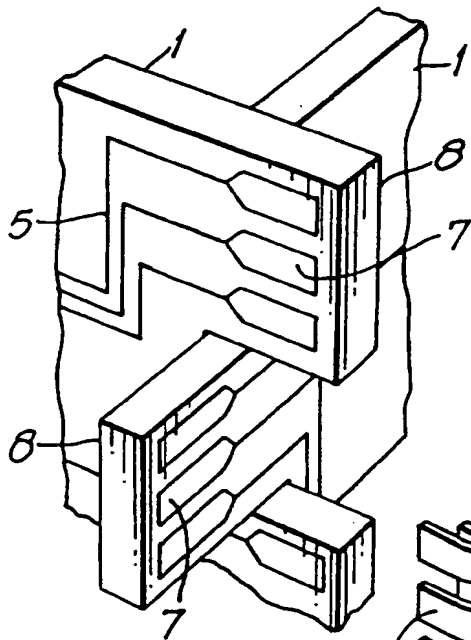


Fig.11c.

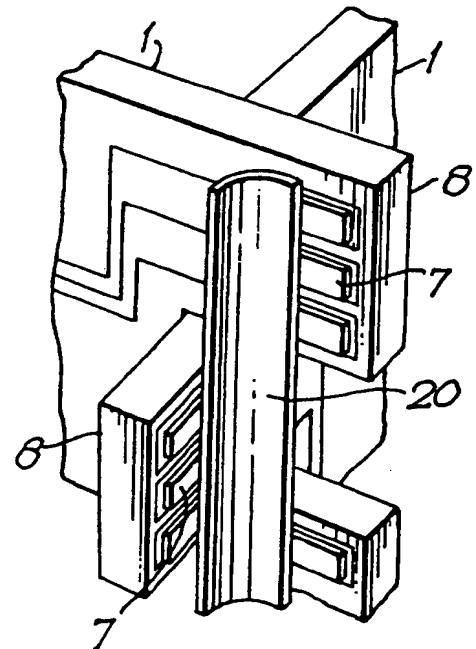


Fig.11b.

